

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА**

**государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(МИИТ)**

11/16/4

СОГЛАСОВАНО
Выпускающая кафедра
«Электрификация
и электроснабжение»

УТВЕРЖДЕНО
Проректором
по учебно-методической
работе – директором РОАТ

Кафедра «Электрификация и электроснабжение»

Автор: канд. техн. наук, проф. Шиловская Римма Викторовна

Рабочая учебная программа по дисциплине

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

специальность/направление

190401.65 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ЭЛ)

Утверждено на заседании
Учебно-методической комиссии
РОАТ

Утверждено на заседании
кафедры
«Электрификация и
электроснабжение»

Москва – 2011

Данная рабочая учебная программа дисциплины является типовой и составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования на основании примерной учебной программы данной дисциплины и удовлетворяет государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 190401.65 Электроснабжение железных дорог (ЭЛ).

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 14 февраля 2008 г. №71 «Об утверждении Типового положения об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении)» рабочая учебная программа обновляется ежегодно.

Обновленная версия рабочей учебной программы размещена на сайте РОАТ (<http://www.rgotups.ru>).

Рецензент – ст. преп. З.А. Фомина

1. ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина посвящена изучению систем электроснабжения электрических железных дорог, составляющих специальную часть общих районных энергосистем и предназначенных для электроснабжения электроподвижного состава и нетяговых железнодорожных и районных потребителей.

Главная цель подготовки студентов по этой дисциплине состоит в достижении глубокого понимания процессов взаимодействия элементов системы электроснабжения между собой и системы в целом с электроподвижным составом. Обеспечение экономичности и надёжности электрической железной дороги при всех возможных режимах её работы.

Дисциплина является одной из основных в системе подготовки студентов по специальности «Электроснабжение железных дорог».

Дисциплина «Электроснабжение электрических железных дорог» связана с дисциплинами «Электрические железные дороги», «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электроснабжение нетяговых потребителей», «Тяговые подстанции», «Релейная защита», «Контактная сеть», «Электронная техника и преобразователи в электроснабжении», «Основы теории надёжности», «Основы технической диагностики».

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучив дисциплину студент должен:

2.1. *Знать и уметь:*

анализировать схемы устройств систем электроснабжения электрифицированных железных дорог; режимы их работы; показатели качества электрической энергии; методы расчёта системы электроснабжения; средства для регулирования качества электрической энергии и потребления реактивной мощности; способы и средства защиты систем от перегрузок

и токов удалённых коротких замыканий; основные вопросы эксплуатации системы электроснабжения.

Рассчитывать параметры режимов работы системы, определять необходимые параметры системы с применением ПЭВМ, выбирать средства для обеспечения необходимого качества электрической энергии и ограничения потребления реактивной мощности, а также средства защиты от перегрузок и токов удалённых коротких замыканий при различных режимах работы системы электроснабжения.

2.2. *Иметь опыт:*

- расчёта параметров тяговой нагрузки;
- анализа работы оборудования в нормальном и вынужденных режимах;
- применения ПЭВМ в расчётах.

2.3. *Иметь представление:*

об истории развития системы электроснабжения электрических железных дорог, о развитии методов расчёта системы электроснабжения, об особой роли отечественной науки в области теории работы и расчёта системы электроснабжения, иметь представление о перспективах развития системы и методах их расчёта с учётом последних достижений науки и техники.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс V	Курс VI
Общая трудоемкость дисциплины	320		
Аудиторные занятия:			
Лекции	20	16	4
Практические занятия	8	4	4
Лабораторный практикум	24	16	8
Самостоятельная работа	268		
Контрольная работа		1(колич)	
Курсовой проект			1(колич)
Вид итогового контроля	Зачет-2 Экзамен-2	Зачет-1 Экз.-1	Зачет-1 Экз.-1

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

№	Раздел дисциплины	Лекции, ч	Практические занятия, ч	Лабораторный практикум, ч
1	Раздел 4	20	8	16
2	Раздел 5	4		
3	Раздел 7			8

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Введение. Системы электроснабжения электрических железных дорог (Эл. Ж. Д.) и метрополитенов.

Системы электроснабжения (С.Э.) при различных системах тяги. Схемы питания тяговой сети в различных условиях их работы.

Особенности схем питания тяговой сети однофазного тока промышленной частоты. Системы 2×25 кВ. Схема питания нетяговых потребителей. Особенности схем питания метрополитенов. [1, гл. 1, с. 5]

Раздел 2. Сопротивление тяговой сети.

Сопротивление проводов и рельсов тяговой сети постоянного тока. Потенциалы и токи в рельсах на линиях постоянного тока.

Сопротивление проводов и рельсов на линиях переменного тока. Потенциалы и токи в рельсах на линиях переменного тока. Составное и приведённое сопротивление тяговой сети. Сопротивление тяговой сети 2×25 кВ. [1, гл. 2, с. 51]

Раздел 3. Режимы работы С.Э. и их параметры.

Режимы работы С.Э. при нормальной схеме питания и нормальном графике движения поездов на пригородных участках, метрополитенах и магистральных железных дорогах. Работа С.Э. магистральных дорог при особых режимах движения поездов при вынужденных схемах питания. [1, гл. 7, с. 308]

Раздел 4. Методы расчёта С.Э.

Детерминированные и вероятностные методы расчёта. Методы, основанные на исследовании графика движения поездов: непрерывного исследования, равномерных сечений, характерных сечений.

Параметры тяговой нагрузки: С.Э. мгновенные и средние значения по времени. Их влияние на работу основных потребителей.

Задачи и развитие принципов построения расчёта С.Э. Расчёты мгновенных схем в тяговых сетях постоянного и переменного тока без учета и с учетом протекания токов по земле и изменения напряжения на шинах подстанций. Особенности расчета С.Э. при применении рекуперативного торможения на линиях постоянного и переменного тока. Уравнительные токи в тяговой сети.

Расчет мгновенных схем при С.Э. 2×25 кВ. Методы расчета С.Э. при регулярном графике движения поездов. Построение графиков изменения во времени тяговой нагрузки С.Э. Определение интегральных значений тяговой нагрузки С.Э.

Развитие математических моделей нагрузки С.Э. Метод равномерно распределенной нагрузки и его оценка. Методы расчета по средним размерам движения.

Методы, учитывающие случайный характер графика движения.

Представление тяговой нагрузки при детерминированных токах поездов и случайном числе поездов на фидерной зоне. Функция распределения вероятностей числа поездов. Условные перегоны. Математическое ожидание и дисперсия тока поездов при движении его по условному перегону. Параметры тока фидера: средний ток, эффективный ток, дисперсия и определение их по аналогичным параметрам токов перегонов.

Расчет средних и эффективных токов подстанций по параметрам токов фидеров (железных дорог постоянного тока) и средних и эффективных токов фаз трехфазного трансформатора по параметрам токов фидеров (железная дорога переменного тока).

Расчет потерь мощности в тяговой сети, уровня напряжения у поезда.

Имитационные модели. Исходные данные для моделирования, расчетные режимы. Детерминированный и вероятностные подходы. Алгоритмы расчета тягового электроснабжения на ЭВМ при проектировании. Использование ЭВМ для расчетов С.Э. в условиях эксплуатации. [1, гл. 7, с.308]

Раздел 5. Способы повышения качества электрической энергии и коэффициента мощности

Регулирование напряжения на участках постоянного и переменного тока. Регулирование напряжения в условиях несимметричной нагрузки. Влияние несимметричной и несинусоидальной нагрузки на работу различных потребителей. Компенсирующие устройства. Поперечная и продольная компенсация.

Определение симметричных составляющих нагрузки на отдельной тяговой подстанции и в питающей линии передачи без применения компенсирующих устройств. Определение основных параметров режимов работы С.Э. для задания мгновенной схемы расположения несимметричной нагрузки без применения и с применением компенсирующих устройств. [1, гл. 5, с. 242]

Раздел 6. Выбор параметров С.Э.

Принципы выбора параметров С.Э. Выбор необходимой мощности трансформатора тяговой подстанции в соответствии с требованиями стандарта на перегрузочную способность трансформаторов при регулярном графике движения и в условиях случайного графика. Учет режимов работы трансформаторов при особых режимах движения после перерывов в движении поездов на однопутных и двухпутных участках.

Срок службы трансформаторов в условиях роста ежегодных нагрузок.

Выбор мощности полупроводниковых преобразователей. Принципы выбора сечения проводов контактной сети. Нагревание проводов тяговой сети токами электроподвижного

состава и влияние на основные характеристики проводов. Существующие нормы допустимых нагрузок и температур проводов тяговой сети. Пути их совершенствования. Распределение тока между отдельными проводами тяговой сети на линиях постоянного и переменного тока. Токи в проводах тяговой сети в условиях различных графиков движения в различных схемах питания. Выбор параметров компенсирующих устройств. Резервирование элементов С.Э. Сравнение вариантов расположения тяговой подстанций. [1, гл. 8, с. 386]

Раздел 7. Защита от токов короткого замыкания в тяговой сети.

Особенности защиты от токов коротких замыканий в тяговой сети. Принципы построения системы защиты от токов короткого замыкания на линиях постоянного и переменного тока с учетом возможных режимов работы системы электропитания.

Принципы построения защит от токов короткого замыкания на линиях постоянного и переменного токов. Признаки тяговой нагрузки, используемые в защитах на постоянном токе: амплитуда, скачок и скорость нарастания тока, уровень напряжения в тяговой сети.

На переменном токе: амплитуда тока, фазовый угол между напряжением и током, гармонический состав тока.

Методы расчета уставок защит, использование ЭВМ для этих целей. [1, гл. 9, с. 450]

Раздел 8. Токи утечки в землю и защита подземных сооружений от электрокоррозии.

Влияние токов утечки на подземные сооружения. Потенциальное состояние подземного сооружения. Анодные и катодные зоны. Основные меры защиты подземных сооружений от электрокоррозии. Моделирование процессов утечки и распределения тяговых токов в земле (физическое и математическое). [1, гл. 10, с. 494]

Раздел 9. Вопросы эксплуатации С.Э.

Система измерения параметров режимов работы С.Э. Связь с энергосистемой. Контроль качества электроэнергии. Измерения расхода электроэнергии. Контроль значений коэффициента мощности. Тарифы на электроэнергию. Шкала скидок и надбавок. Меры по экономии электроэнергии. Диспетчерское регулирование. Цели и задачи АСУ С.Э.

Усиление С.Э. дорог постоянного и переменного тока. Отчетность и информация по технической эксплуатации С.Э. [1, гл. 5, с. 242]

4.3. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Номер	Количество часов	Наименование лабораторных работ
1	4	Моделирование токораспределения в тяговой сети на участке с односторонним питанием
2	4	Моделирование токораспределения в тяговой сети на участке с двухсторонним питанием
3	4	Моделирование токораспределения в тяговой сети на участке с узловой схемой
4	4	Моделирование токораспределения в тяговой сети с учетом линейных характеристиках тяговых подстанций
5	4	Выбор уставки быстродействующего выключателя тяговой подстанции.
6	4	Выбор уставки быстродействующего выключателя поста секционирования.

4.4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Номер	Количество часов	Наименование лабораторных работ
1	4	Расчёт на ПЭВМ параметров токов фидеров и подстанций при заданных токах поездов на расчётной зоне
2	4	Расчёт на ПЭВМ параметров токов фидеров и подстанций при случайном числе на расчётной зоне

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

а) КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Исследование несимметрии токов и напряжений в высоковольтной сети, питающей участок с тремя подстанциями переменного тока.

Содержит вычисления токов обратной последовательности, коэффициентов несимметрии напряжений, вычерчивание векторных диаграмм токов и напряжений и электрической схемы участка. Примерный объем – 16 с.

б) КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Разработка схемы С.Э. Расчет параметров тяговой нагрузки при различных режимах работы линии. Определение параметров основных элементов С.Э.

Рассчитывается мощность тяговой подстанции, сечение проводов контактной сети, проводится выбор вариантов схем питания тяговой сети, корректируется пропускная способность участка. Примерный объем – 42 с.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. – М.: Транспорт, 1982.

2. Вычислительная и микропроцессорная техника в устройствах электрических железных дорог/ Под. ред. Г.Г. Марквардта. –М.: Транспорт, 1989.

3. Ш и л о в с к а я Р. В. Расчет системы электроснабжения электрических железных дорог: Лекция. Ч.1 – М., 2010.

4. Ш и л о в с к а я Р. В. Расчет системы электроснабжения электрических железных дорог: Лекция. Ч.2 – М., 2010.

Дополнительная

1. Справочник по электроснабжению железных дорог/ Под ред. К.Г. Марквардта: Т1 и 2. – М.: Транспорт, 1981 – 1982.

6.2. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Руководство к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электроснабжение железных дорог» для студентов 5 курса, 2011 г.

Компьютерные программы по изучению схем питания на переменном токе.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерное оборудование

Пакет прикладных программ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните назначение методов расчета системы электроснабжения.

2. Какие критерии лежат в основе выбора мощности подстанции, сечения проводов контактной сети, сравнения схем питания тяговой сети ?

3. Что такое расчет мгновенной схемы ? Приведите пример расчета для схем одностороннего питания, двухстороннего

питания, узловой схемы при электрификации железной дороги на постоянном и переменном токе.

4. В чем состоят различия методов расчета, основанных на исследовании графика движения поездов ?

5. Как рассчитываются параметры тяговой нагрузки (например, средние и эффективные токи фидеров) по результатам расчета, полученным при детерминированных методах ?

6. Объясните целесообразность применения вероятностных методов расчета системы электроснабжения.

7. Чем объясняется случайный характер нагрузок элементов системы электроснабжения, например, тока фидера или тока подстанции постоянного тока ?

8. В чем состоит метод имитационного моделирования ?

9. Какие существуют способы улучшения энергетических показателей работы устройств системы электроснабжения на ж.д. постоянного тока, на ж.д. переменного тока ?

10. Назовите основные признаки, используемые при построении защит от токов короткого замыкания на ж.д. постоянного тока, на ж.д. переменного тока.

Рабочая учебная программа по дисциплине
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Редактор Г.В. Тимченко

Корректурa Д.Н. Тихоныхев

Компьютерная верстка Е.В. Ляшкевич

Тип. зак.	Изд. зак. 82	Тираж 300 экз.
Подписано в печать 16.06.11	Гарнитура NewtonС	Ризография
Усл. печ. л. 0,75		Формат 60×90 1/16

Редакционный отдел
Информационно-методического управления РОАТ,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати
Информационно-методического управления РОАТ,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2